

# NANOPARTÍCULAS DE CARBONO (*C-dots*) PRODUZIDAS A PARTIR DA BIOMASSA DE *Spirulina platensis* PODEM AUMENTAR A PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DE ARROZ

Leonardo de Oliveira Neves<sup>1</sup>; Thainá Inês Lamb<sup>2</sup>; Rosana Keil<sup>3</sup>; Lucas Dall Agnol<sup>4</sup>; Sidnei Moura e Silva<sup>5</sup>; Otávio Bianchi<sup>6</sup>; Marcelo Maraschin<sup>7</sup>; Raul Antonio Speroto<sup>8</sup>

Palavras-chave: Arroz. Nanopartículas. Biotecnologia. Biofertilizante. Produtividade.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo. Entretanto, o constante crescimento populacional demandará elevados níveis de produtividade, como uma forma de garantir a segurança alimentar da população mundial. O Brasil ocupa o 9º lugar no ranking da escala mundial, produzindo aproximadamente 9 milhões de toneladas por ano, sendo o principal produtor fora do continente asiático. O estado do RS é o maior produtor de arroz do país, sendo responsável por aproximadamente 70% da produção nacional, e alcançando uma produtividade de aproximadamente 8 toneladas por hectare (COELHO 2021). O aumento da produtividade está relacionado com a utilização de fertilizantes e outras tecnologias. O Brasil, como um grande produtor agrícola, é também um grande consumidor de fertilizantes, ficando atrás apenas de países como China, Índia e Estados Unidos (COSTA, 2012). Porém, o uso excessivo de fertilizantes pode ser prejudicial ao meio ambiente, ameaçando a biodiversidade do solo e alterando as suas características. Dessa forma, faz-se necessário o estudo e o desenvolvimento de novos compostos que podem atuar como biofertilizantes sem agredir o meio ambiente. Uma alternativa poderia ser a aplicação de nanopartículas de carbono (*C-dots*) nas plantas. As nanopartículas de carbono *C-dots* possuem tamanho aproximado de 10 nm e são materiais que apresentam fotoluminescência, baixo custo e biocompatibilidade (BAKER e BAKER, 2010), apresentando uma excelente solubilidade em água, baixa toxicidade e uma ótima permeabilidade celular. Os *C-dots* são capazes de estimular a germinação e o crescimento das plantas por mecanismos ainda pouco conhecidos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de *C-dots* sintetizados a partir de uma cianobactéria (*Spirulina platensis*) em plantas de arroz, através de análises de crescimento e produtividade.

<sup>1</sup>Graduando em Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Taquari - Univates - [leonardo.neves@universo.univates.br](mailto:leonardo.neves@universo.univates.br)

<sup>2</sup>Mestranda no PPG Biotecnologia, Universidade do Vale do Taquari - Univates - [thaina.lamb@universo.univates.br](mailto:thaina.lamb@universo.univates.br)

<sup>3</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Taquari - Univates - [rkeil@universo.univates.br](mailto:rkeil@universo.univates.br)

<sup>4</sup>Doutorando no PPG Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade de Caxias do Sul (UCS) - [lucasdall1989@hotmail.com](mailto:lucasdall1989@hotmail.com)

<sup>5</sup>Professor, Universidade de Caxias do Sul (UCS) - [sidmoura@gmail.com](mailto:sidmoura@gmail.com)

<sup>6</sup>Professor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - [otavio.bianchi@gmail.com](mailto:otavio.bianchi@gmail.com)

<sup>7</sup>Professor, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - [mtocsy@gmail.com](mailto:mtocsy@gmail.com)

<sup>8</sup>Professor, Universidade do Vale do Taquari - Univates - [rasperotto@univates.br](mailto:rasperotto@univates.br)

## MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa do presente trabalho foi a síntese dos *C-dots* a partir da biomassa de *S. platensis*, através do processo de pirólise (200°C por 2 horas). Em seguida foi realizada a pulverização para extrair as nanopartículas. O resultado foi um pó fino que foi incorporado no meio hidropônico em diferentes concentrações (0,02; 0,1; 0,5 mg/mL). Foram utilizadas sementes de arroz da cultivar Puitá INTA-CL. Essas sementes passaram por um processo de assepsia e em seguida foram germinadas em potes plásticos contendo solução nutritiva, em câmara de crescimento do tipo BOD (25°C), com fotoperíodo 16h/8h claro/escuro, por um período de 30 dias. Após esses 30 dias, realizou-se a incorporação dos *C-dots* no meio hidropônico nas concentrações citadas acima, além da condição controle que continha somente meio hidropônico. As plantas foram mantidas nestas condições por 20 dias. Após este período, as plantas submetidas aos diferentes tratamentos foram encaminhadas para casa de vegetação, onde permaneceram até produzirem sementes (estágio de maturidade). Durante este período foram avaliados os seguintes parâmetros: número de dias para atingir os estádios R3 (emborrachamento), R4 (antese) e R5 (enchimento do grão), número de perfilhos, altura da planta, número de sementes por planta (cheias e vazias), porcentagem de sementes cheias por planta, peso de 1.000 sementes, comprimento do grão e peso de sementes por planta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao número de dias necessários para atingir os estádios de desenvolvimento reprodutivo R3 (emborrachamento), R4 (antese) e R5 (enchimento do grão), não houve diferenças significativas entre as concentrações de *C-dots* testadas e a condição Controle (Figura 1). Sendo assim, é possível afirmar que as nanopartículas de carbono não interferem no desenvolvimento das plantas de arroz.

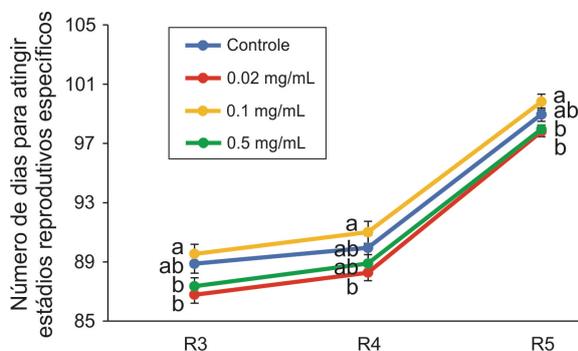


Figura 1. Número de dias que plantas de arroz submetidas aos diferentes tratamentos (Controle e três concentrações de *C-dots*) necessitam para atingir os estádios reprodutivos R3 (emborrachamento), R4 (antese) e R5 (enchimento do grão).

No estágio final de desenvolvimento (maturação dos grãos) foram analisados o número de perfilhos (Figura 2a) e a altura das plantas (Figura 2b). Não foram verificadas diferenças significativas dos tratamentos com *C-dots* em relação à condição Controle, evidenciando que os *C-dots* não interferem no perfilhamento e no crescimento da parte aérea das plantas. Quanto ao número de sementes (cheias e vazias) por planta, o tratamento 0,5 mg/mL de *C-dots* apresentou maiores valores em comparação com o Controle (Figura 3a). A porcentagem de sementes cheias por planta também foi maior na concentração 0,5 mg/mL, além da concentração 0,02 mg/mL (Figura 3b).

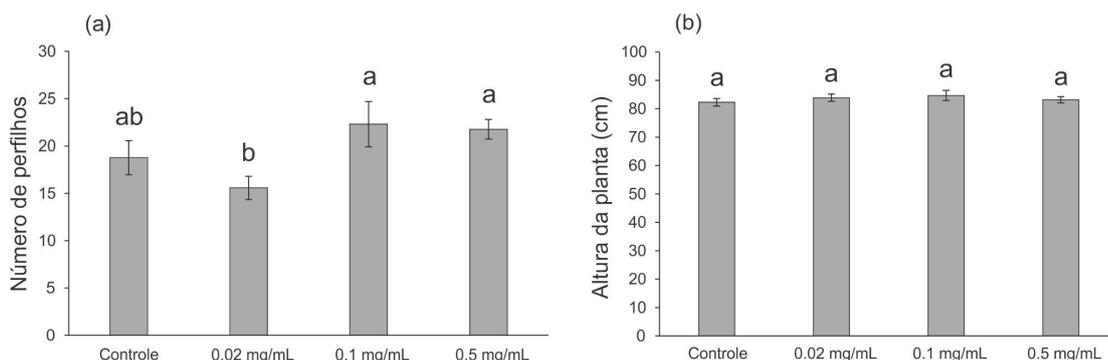


Figura 2. (a) Número de perfilhos e (b) altura das plantas submetidas aos diferentes tratamentos (Controle e três concentrações de *C-dots*).

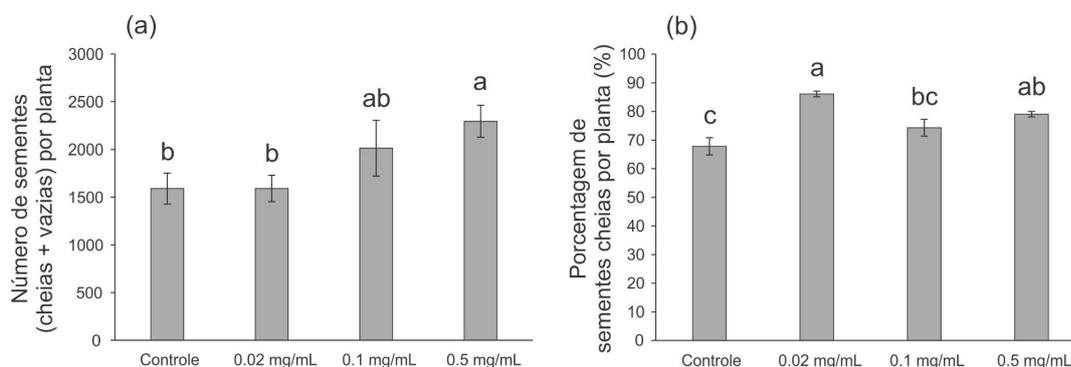


Figura 3. (a) Número de sementes (cheias e vazias) por planta e (b) Porcentagem de semente cheias em plantas submetidas aos diferentes tratamentos (Controle e três concentrações de *C-dots*).

Os tratamentos com *C-dots* nas concentrações 0,1 e 0,5 mg/mL apresentaram valores de peso de 1.000 sementes mais elevados que a condição Controle (Figura 4a). Tal resultado também foi encontrado no estudo de Tan *et al.* 2021, onde foram testados *C-dots* produzidos a partir de resíduos de frutas em plantas de milho e arroz, apresentando excelentes resultados no desenvolvimento das plantas e também no aumento da produtividade das sementes, principalmente o peso de 1.000 grãos, que aumentou significativamente em relação à condição Controle em ambos os cultivares. Sendo assim, a incorporação de *C-dots* ao tratamento de plantas de arroz mostrou um excelente potencial para o aumento da produtividade. Ao analisar o peso de sementes cheias por planta, observou-se que apenas a concentração 0,5 mg/mL apresentou valores maiores que a condição Controle (Figura 4b). De acordo com o estudo de Li *et al.* (2018), as nanopartículas de carbono podem ser absorvidas pelas raízes das plantas de arroz e transportadas para todas as partes da planta, chegando no núcleo das células e afrouxando a estrutura do DNA, estimulando a expressão de genes importantes para a resistência a doenças. Além disso, aumenta a atividade da Rubisco em 42%, aumentando a capacidade fotossintética e a produtividade de arroz em 14%. Dessa forma, a concentração ideal de *C-dots* pode não somente aumentar a quantidade de sementes cheias por planta, como também o peso das sementes por planta, conferindo assim um aumento na produtividade.

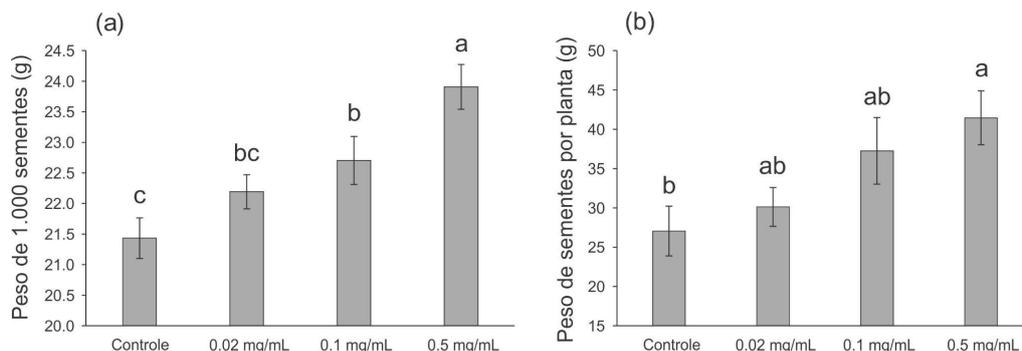


Figura 4. (a) Peso de 1.000 sementes e (b) peso de sementes em plantas submetidas aos diferentes tratamentos (Controle e três concentrações de *C-dots*).

Foi verificado que o comprimento do grão permanece inalterado com a adição de *C-dots* no meio hidropônico (Figura 5a). Por outro lado, as concentrações 0,02 e 0,5 mg/mL de *C-dots* resultaram em maiores valores de área do grão quando comparados com o tratamento Controle (Figura 5b).

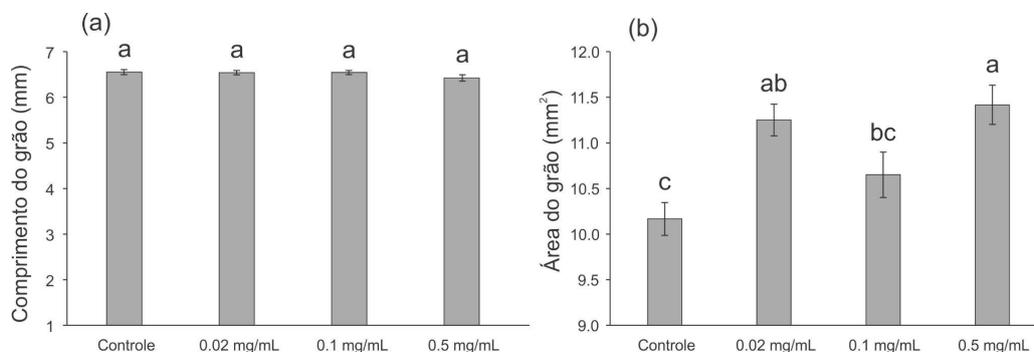


Figura 5. (a) Comprimento do grão e (b) área do grão em plantas submetidas aos diferentes tratamentos (Controle e três concentrações de *C-dots*)

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através das análises das plantas de arroz submetidas às diferentes concentrações de *C-dots*, conclui-se que as nanopartículas de carbono sintetizadas a partir da biomassa de *Spirulina platensis* apresentaram um excelente potencial para o melhoramento dos parâmetros de produtividade de plantas de arroz. Portanto, poderiam ser utilizadas como um bioproduto capaz de promover aumento na produtividade de sementes de arroz e possivelmente de outros cereais, sendo que a concentração ideal é de 0,5 mg/mL.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, Sheila N.; BAKER, Gary A. Luminescent carbon nanodots: emergent nanolights. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 49, n. 38, p. 6726-6744, 2010.
- COSTA, Letícia Magalhães da; SILVA, Martim Francisco de Oliveira e. A indústria química e o setor de fertilizantes In: BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, 2012. p. 12-60.
- COELHO, Jackson Dantas. Arroz: produção e mercado. **Fortaleza: Banco do Nordeste**, ano 6, n.156, mar. 2021. (Caderno Setorial ETENE, n. 156).
- TAN, Tong Ling et al. Impact of photoluminescent carbon quantum dots on photosynthesis efficiency of rice and corn crops. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 162, p. 737-751, 2021.
- LI, Hao et al. Impacts of carbon dots on rice plants: boosting the growth and improving the disease resistance. **ACS Applied Bio Materials**, v. 1, n. 3, p. 663-672, 2018.